



## Simulador para Introdução da Programação para Crianças e Análise da Aprendizagem com apoio da Neurociência

Marcia Elena Jochims Kniphoff da Cruz<sup>1</sup> (mcruz@unisc.br)

Rejane Frozza<sup>1,2</sup> (frozza@unisc.br)

Samanta Ghisleni Marques<sup>1</sup> (samantinha\_marques@hotmail.com)

Rafael Rodrigues Viana<sup>1</sup> (rfl.viana@gmail.com)

Rolf Fredi Molz<sup>1,2</sup> (rolf@unisc.br)

Thiago Rebelatto<sup>1</sup> (rebelattonext@gmail.com)

Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC

<sup>1</sup>Departamento de Informática

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais - PPGSPI

Av. Independência, 2293- CEP 96640-000 - Santa Cruz do Sul – RS

**Resumo.** A programação requer um alto nível de atenção, o que para os adultos já não é tarefa fácil. Para crianças, inseridas em um mundo virtual imagético, intuitivo e animado, a programação necessita ser introduzida seguindo estas características. Neste sentido, foi desenvolvido um simulador on-line interativo que permite às crianças o controle de motores e leds por programação. Inicialmente, as crianças utilizaram o kit físico, já que a manipulação de material concreto facilita o processo de abstração necessário à programação. Em um segundo momento, foi introduzido o simulador, e, em ambos os casos, a interação foi satisfatória. O simulador traz como vantagem o seu uso por meio de uma interface web, possibilitando às crianças continuarem suas atividades extraclasse. Para realizar a análise da aprendizagem, duas etapas foram constituídas: a primeira foi referente à validação do simulador, bem como observação do emprego da memória para coordenar a programação; na segunda, serão utilizados o Método Clínico de Piaget em comparação com a análise da evocação da memória explícita (coletada na primeira etapa), relacionada ao estudo da neurociência. Este artigo apresenta a primeira etapa do projeto.

**Palavras-Chaves:** simuladores para programação, método clínico de Piaget, memória explícita, neurociência.

**Title.** Simulator as support for Programming Introduction for Children and Analysis of Learning with the Neuroscience

**Abstract.** The programming requires a high level of attention, which for adults is no easy task. For children, into a virtual world imagistic, intuitive and animated programming needs to be introduced following these characteristics. In this sense, we developed an online interactive simulator that allows children to control motors and LEDs for programming. Initially, children used the physical kit, because the handling of concrete material facilitates the process of abstraction required for programming. Secondly, the simulator was introduced, and in both cases the interaction was satisfactory. The simulator has the advantage the use through a web interface, allowing children to continue their activities extra class. To perform the analysis of learning, two phases were formed: the first relating to the validation of the simulator, and observing use of memory to coordinate the programming, the second will be used the Clinical Method Piaget compared with the analysis of evoking explicit memory (collected in the

*first phase), related to the study of neuroscience. This paper presents the first phase of the project.*

**Keywords:** *simulators for programming, Piaget's clinical method, explicit memory, neuroscience.*

## 1. Introdução

Modelos de ensino-aprendizagem adaptáveis ao estilo de aprendizagem dos estudantes é uma tendência na forma de inovar a manipulação do conhecimento e da interação entre estudantes e professores. O uso de situações práticas simuladas é uma estratégia que proporciona a criatividade e a evolução do conhecimento e aprimora o processo de aprendizagem.

A construção de cenários virtuais (simulação), por meio de ferramentas computacionais, ambientes virtuais de aprendizagem, ou *kits* de robótica, permite uma interação mais efetiva entre a criança e a prática do propósito da simulação (situação contextualizada). Tal interação propicia avaliação de comportamentos, manipulação de conhecimento e ganho na aprendizagem.

As tecnologias computacionais oferecem uma aplicação didática, com representações gráficas animadas, para auxiliar o aprendizado de conceitos e situações em diversas áreas do conhecimento (Serrano; Engel, 2012).

O objetivo deste artigo é apresentar o desenvolvimento do simulador de um *kit* de robótica e a sua utilização por crianças do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental de duas escolas de Educação Básica da região sul do Brasil.

O presente artigo está dividido nas seguintes seções: a seção dois aborda o tema sobre o uso de simuladores e sua importância no processo de aprendizagem; a seção três apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa; a seção quatro descreve os resultados inicialmente atingidos; na seção cinco são apresentadas as considerações finais.

## 2. A importância dos simuladores para a educação

As características dos simuladores apresentam vantagens que auxiliam no processo de aprendizagem de estudantes. Pesquisas na área crescem cada vez mais, despertando interesse para proposta de diferentes aplicações pedagógicas. Neste contexto, um simulador para o *kit* de robótica educativa, o ROBOKIT, foi desenvolvido.

### 2.1 Simuladores, contexto e aplicações

Uma metodologia potencial que pode ser usada na relação ensino-aprendizagem é o trabalho com simuladores. Os simuladores permitem que fenômenos abstratos se tornem compreensíveis e próximos da realidade, podendo ser observados quantas vezes se julgar necessário. Ressalta-se que a simulação caracteriza não apenas um modelo simplificado da realidade, mas uma transposição do real para o virtual.

Uma definição de simulação é citada por (Pedgen et al., 1990) como “o processo de projetar um modelo de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo, visando compreender seu comportamento”. Para (De Jong, 1991), a simulação envolve um contexto caracterizado por quatro aspectos: modelos de simulação, objetivos de aprendizagem, processo de aprendizagem, atividade do estudante. O modelo refere-se à representação da realidade e permite ao estudante interagir com situações simuladas. O processo de aprendizagem reflete como as atividades serão organizadas no simulador.

Os simuladores são ferramentas utilizadas em diversos domínios. Como, por exemplo, no trabalho desenvolvido em (Balbinot; Timm; Zaro, 2009), que utiliza o simulador como um instrumento para educação e segurança no trânsito. A simulação permite investigar o comportamento de condutores com fadiga, sono, chuva, entre outros fatores. Outro exemplo é o trabalho desenvolvido em (Serrano; Engel, 2012), que utiliza um simulador no ensino de física, avaliando os gestos descritivos, linguagem não verbal, utilizados por estudantes universitários. O objetivo do trabalho é facilitar o aprendizado de conceitos científicos abordados na simulação. O trabalho de (Souza; Gertrudes, 2009) descreve o uso de simulações em problemas de engenharia, como uma estratégia para proporcionar uma aprendizagem significativa dos conceitos envolvidos no processo.

## **2.2 O aprendizado com o uso de simuladores**

Os simuladores podem ser vistos como ferramentas didáticas para incentivar e fomentar o processo de aprendizagem, instigando crianças no contato com uma gama de informações de forma interativa, que permite testar hipóteses, avaliar conclusões e discutir com o grupo.

Os experimentos práticos, realizados através de simulação, requerem o embasamento teórico necessário para que as crianças desenvolvam habilidades e competências na área de conhecimento em questão, atuando de forma participativa no processo. De acordo com Lévy (1999), o uso de simuladores não garante o desenvolvimento do raciocínio humano, mas contribuem para a capacidade de imaginação e pensamento.

A aprendizagem significativa mescla o conhecimento novo com um conhecimento prévio, visando sua evolução (Souza; Gertrudes, 2009). Neste sentido, busca-se, com o uso de simuladores, proporcionar aos estudantes a participação em diferentes situações experienciadas, construindo sua própria percepção e conhecimento.

## **2.3 A introdução da programação através do Robokit**

Para a introdução à programação, na Educação Básica, são necessárias ferramentas que possibilitem ao estudante a ordenação do pensamento, com o objetivo de executar tarefas. Esta ordenação é facilitada através da utilização de *Kits* de Robótica e linguagem de programação acessível aos estudantes deste nível de ensino.

A Robótica é uma possibilidade prática, o que a torna ideal para propósitos educacionais. Acredita-se que uma metodologia agregadora das novas tecnologias, do lúdico e da afetividade, resulta em maior eficiência e atração pelo processo educativo, ampliando o contato dos estudantes com novos conceitos e mídias, tão importantes no momento, introduzindo a programação na Educação Básica, além do manuseio de materiais e componentes, como motores, LEDs e sensores. De acordo com Cruz et al. (2007), explora-se a robótica não somente pela parte estética do material, mas pelas atividades que dela se originam fazendo com que o estudante pense, desafie e opere, construindo, com isto, conceitos e conhecimento.

O trabalho com Robótica Educativa possibilita novas formas de aprender e ensinar na escola, visto que as atividades desenvolvidas objetivam, principalmente, a resolução de problemas, que, segundo Lopes (2010), desenvolve as habilidades de análise e síntese fazendo com que os estudantes reflitam sobre o que fazer para chegar ao resultado esperado. Através dos projetos realizados, é possível ensinar de forma interdisciplinar, apresentar aos estudantes conceitos básicos de programação, bem como incentivar a criatividade, estruturação do pensamento, responsabilidade, curiosidade, confiança,

trabalho em equipe, entre outras habilidades e competências. O estudante que participa desses projetos aprende a planejar e avaliar suas ações, interligar os conhecimentos adquiridos em diferentes disciplinas, tomar decisões e reciclar materiais.

Para que o trabalho seja desenvolvido com qualidade, é recomendado o uso de equipamentos que auxiliem na aprendizagem e visualização dos resultados, pois serão através destes equipamentos que os professores criarão situações problema a serem solucionadas pelos estudantes. Assim, Franco (1995, p. 21) cita que de acordo com Piaget “é na medida em que o sujeito interage (e, portanto age sobre e sofre ação do objeto) que ele vai produzindo também o próprio conhecimento”. Por essa razão, ao utilizar *Kits* de Robótica, pode-se trabalhar tanto conteúdos do currículo escolar quanto assuntos relacionados a temas transversais.

Neste cenário, é fundamental que as atividades da Educação Básica, praticadas nas escolas, proporcione aos estudantes e professores explorar ao máximo a criatividade através do aprender pensando, fazendo e dialogando, permitindo um crescimento social e pessoal, e vislumbrando um futuro de possibilidades profissionais e de estudos relativos. Neste contexto a programação deve estar inserida através de linguagens acessíveis e próprias para tal finalidade, equipamentos robóticos e professores capacitados para atuação na área.

O *Kit* de Robótica Educativa, ROBOKIT, é uma plataforma de programação educacional, que traz técnicas de aprendizagem aplicadas na área de programação, fazendo com que o estudante passe a trabalhar com o raciocínio lógico. Este *Kit* possui diferentes periféricos, proporcionando ao estudante a criação de maquetes, robôs, carros elétricos e jogos lógicos. O Kit é composto por quatro leds, dois motores contínuos, um motor de passo, um *buzzer* (saída de som) e um sensor de toque, como pode ser visto na Figura 1.



Figura 1 – *Kit* de Robótica Educativa, ROBOKIT.

O diferencial do ROBOKIT é sua programação totalmente visual, mostrando o que está acontecendo no momento da execução em um *display* de cristal líquido. A programação pode ser realizada de duas maneiras, uma é utilizando o próprio aparelho e a outra é programando o *software* que existe tanto para microcomputadores quanto para aparelhos móveis, como celular e *tablet*. No caso dos aparelhos móveis, se utiliza comunicação *Bluetooth* e o sistema operacional *Android*.

### 3. Caracterização do projeto

Este projeto caracteriza-se por ser exploratório e experimental. Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema e um maior conhecimento para o pesquisador acerca do assunto, a fim de que esse possa formular problemas mais precisos ou criar hipóteses que possam ser pesquisadas por estudos posteriores. E a pesquisa experimental, quando se determina um objeto de estudo, define as formas de controle e de observação dos efeitos produzidos pela pesquisa. Neste caso, exploratória pelo estudo de simuladores e seu uso para melhorias no aprendizado; e experimental com o uso do simulador do *Robokit*.

A metodologia empregada refere-se a um estudo transversal, já que trabalha com amostragem da população envolvida, além de ser observacional e de intervenção. Observacional durante atividades em que se considera o Método Clínico Piagetiano e relacionadas à observação de comportamentos e ações, conforme indicadores oriundos dos estudos de Neurociência/Neuroeducação. Também é de intervenção, no momento em que se oferecem oportunidades de programação junto ao *Kit* físico e simulador disponível na *Internet*.

### 4. Desenvolvimento do simulador

O simulador *on-line* representa fielmente o kit físico em relação ao *layout* e funcionalidades.

#### 4.1 Arquitetura do simulador desenvolvido

Para a proposta de desenvolvimento de um simulador para o *Robokit*, foram definidos três requisitos fundamentais para o projeto: dispor de um ambiente com boa usabilidade e de fácil aprendizado, de modo que crianças pudessem utilizá-lo sem dificuldades; capacidade de executar as mesmas funcionalidades do *Robokit* e se aproximar ao máximo do comportamento do equipamento físico; ser facilmente disponibilizado no *site* do projeto, sem depender de instalação.

Tendo em vista os requisitos citados, foi escolhida a linguagem de programação Java (<http://java.com/en/>) para o desenvolvimento, já que permite a criação de interfaces gráficas com boa usabilidade e fornece recursos de programação que facilitaram a criação do simulador. A figura 2 apresenta a interface do simulador para o *Robokit*. Além disso, a linguagem também possibilitou a disponibilização do projeto através de um *Applet*, que são programas criados para serem embutidos em outras aplicações (<http://docs.oracle.com/javase/1.5.0/docs/api/java/applet/Applet.html>). O simulador foi disponibilizado na página do projeto através do *link* <http://robokit.unisc.br/simulador>, e conta com a representação de dois motores contínuos, um motor de passo e quatro LEDs, dispostos nesta sequência.

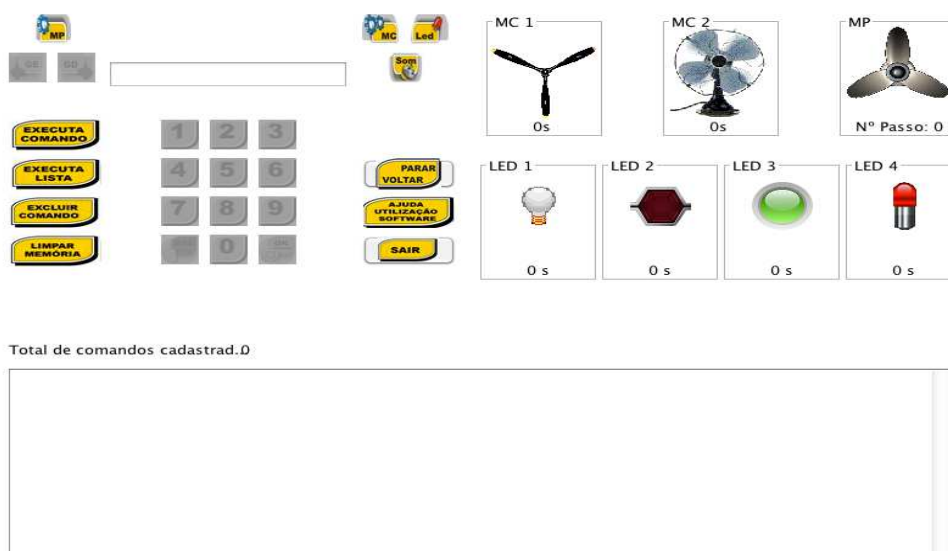


Figura 2 - Interface do simulador do *Robokit* utilizando *Applets*

Como exemplos de programação, seguem os seguintes comandos para acionar o motor de passo (MP) e o LED 3:

MP GD 999 Ok 008 Ok ESC

O motor de passo (MP) deve girar para a direita (GD) 999 passos, confirmando (Ok), com velocidade 008, confirmando (Ok), sem habilitar o sensor de posição. O resultado pode ser visualizado na tela do simulador, na qual o motor de passo gira rapidamente.

LED 3 006 Ok ESC ESC

O LED 3 ficará ligado por 006 segundos e, após este período, desligará (ESC), desabilitando o sensor de posição.

A figura 3 demonstra o fluxo de atividades do simulador em um único processo, como atividades dependentes uma da outra e contextualiza o fluxo de atividades que serão realizadas para programar o *RobokitSim* (Simulador do *Robokit*).



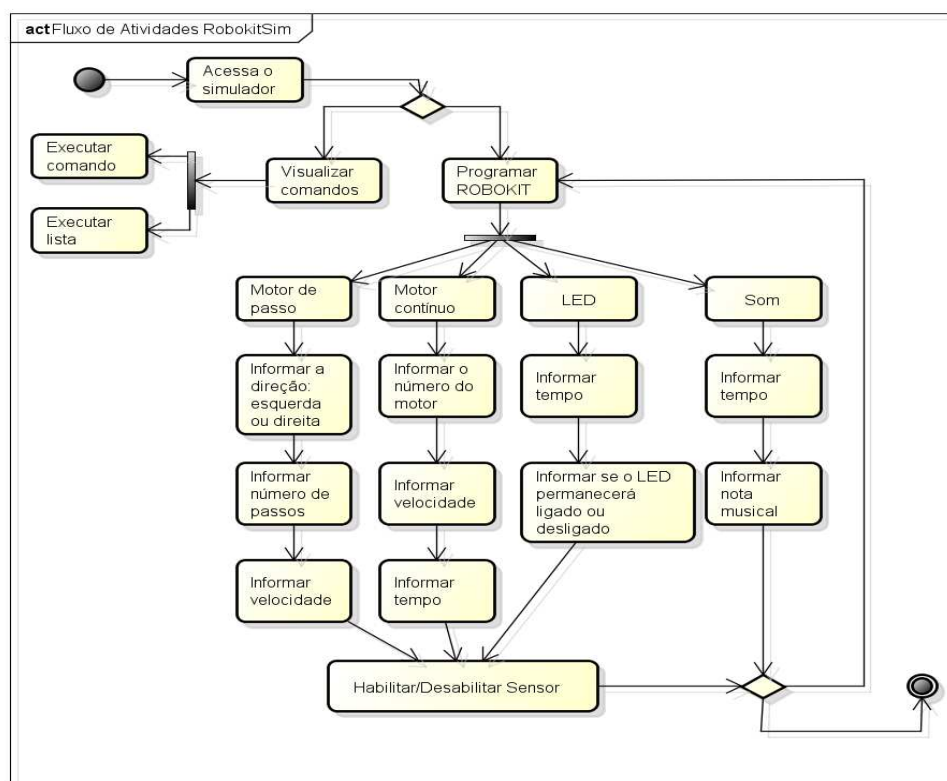


Figura 3 - Diagrama de Atividades

O usuário acessa o simulador através do *Applet* disponibilizado na página do projeto. Na página inicial, o usuário poderá executar os comandos disponíveis no *Robokit* como: execução de um motor de passo, execução de um motor contínuo, acender LEDs, tocar notas musicais. Após a programação dos parâmetros necessários para a execução do componente selecionado, ele será executado e o usuário poderá visualizar o resultado da sua programação.

Também na página inicial está disponível uma lista com todos os comandos executados, possibilitando ao usuário repetir a execução de um comando ou executar toda a lista de comandos novamente. Também é possível excluir comandos.

#### 4.2 Validação

O desenvolvimento de um *software* envolve fases, cada uma com sua importância, e em especial a validação, que foi realizada com turmas do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental de duas escolas de Educação Básica, totalizando 170 estudantes.

A validação foi desenvolvida em duas subetapas. A primeira foi a utilização do *Kit* físico, conforme apresentado na Figura 4. Ao controlar o *Kit*, motores e sons são acionados por programação, executando suas ações com velocidade e tempo determinados pelos próprios estudantes, enquanto manipulam tais componentes (Cruz et al., 2010). Nesta subetapa, os estudantes que demonstraram interesse pelo *Kit* e focalizaram a atenção nas atividades, armazenaram as informações referentes à programação. Para Herculano-Houzel et al. (2007), a atenção é um dos princípios

fundamentais para que ocorra a aprendizagem, permitindo que o alvo da concentração seja visualizado e processado mais fiel e rapidamente conforme o que está ao redor.



Figura 4 – Aluno programando no *Kit* físico

Na subetapa seguinte, o simulador foi apresentado e os estudantes foram convidados a descrever em folhas de papel programações (pequenas rotinas) para cada componente do ROBOKIT (motores e LEDs). Esta descrição foi proposta como hipótese de funcionamento, já que cada um deveria descrever como imaginava coordenar a programação para acionar cada componente. As descrições foram testadas no simulador e discutidas com o grupo, como demonstra a Figura 5. A maioria dos estudantes descreveu de forma lógica e sequencialmente correta os comandos que seriam executados. Uma parte dos alunos sugeriu valores altos ou muito baixos para a velocidade ou tempo de funcionamento, não evocando a memória (implícita), descrita na sequência.





Figura 5 – Aluna utilizando o simulador

Para que ocorra o aprendizado dos conceitos vistos durante as subetapas, é necessário que o conhecimento adquirido seja armazenado através da memória. Em relação ao conteúdo estudado no momento, a memória pode ser: implícita, quando relacionada a habilidades e procedimentos, a ação é executada sem ser verbalizada; e explícita quando relacionada a fatos, conceitos e vocabulário, conforme estudos da neurociência.

Durante o desenvolvimento da atividade no simulador, foi possível constatar que os estudantes evocam tanto a memória implícita quanto a explícita. Este resultado é oriundo das observações, diálogos e registros realizados nas aulas com as crianças, totalizando 8 encontros para cada uma das 5 turmas, ao longo de 45 dias. O instrumento de coleta de dados foi composto por intervenções seguidas de diálogo, enquanto os estudantes programavam no simulador. O foco da intervenção foi orientar a programação, desenvolvida pela criança, sem indicar a resposta final, mas incentivando a busca do uso correto dos comandos. Concluiu-se que 70% das crianças empregam a atenção necessária à atividade de programação, conseguindo testar suas hipóteses com facilidade e naturalidade no conhecimento dos comandos utilizados (memória implícita); enquanto 30% apresentam falta de clareza, ordenação e sequência dos comandos descritos para acionar motores e LEDs, bem como dúvidas e incertezas na determinação dos valores de tempo e velocidade, conforme exemplos apresentados na seção 4.1.

Para a completude da análise dos resultados de aprendizagem, será empregado o Método Clínico de Piaget, considerando os contextos mentais envolvidos durante a utilização do simulador. Segundo Piaget (2005) os contextos podem ser de não-importismo, fabulação ou brincadeira, crença sugerida, crença desencadeada e crença espontânea. De acordo com Piaget (1971), o conhecimento resulta de interações que se produzem entre o sujeito e o objeto. Tal método é, então, um procedimento de entrevistas com sujeitos, com coleta e análise de dados, no qual se acompanha o pensamento do sujeito, sem interferir nas respostas, elaborando sempre novas perguntas, a partir das respostas, e avaliando a qualidade e abrangência destas respostas.

Os cinco contextos do método clínico Piagetiano comparados à teoria de evocação da memória explícita, serão relacionados da seguinte forma:

- Não-importismo e fabulação ou brincadeira → não evoca a memória explícita.
- Crença sugerida → evoca parcialmente a memória explícita.
- Crença desencadeada e crença espontânea → evoca com agilidade a memória explícita.

Para a aplicação do método clínico Piagetiano será desenvolvido um conjunto de questões relacionadas à programação no simulador. As respostas dadas a este conjunto de questões serão analisadas conforme os cinco contextos e a evocação da memória explícita. O conjunto de questões relacionadas à programação no simulador será aplicado oralmente, com uma amostra de 170 estudantes, após utilizarem o simulador um número de vezes suficiente para assimilar a forma de programação. As questões serão relacionadas à programação e ao *feedback* do simulador, ao acionar motores e LEDs.

## Agradecimentos

Os autores expressam o seu reconhecimento ao Fundo de Apoio à Pesquisa (FAP) da UNISC, ao Programa UNISC de Iniciação Científica (PUIC), ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) pelo auxílio financeiro no desenvolvimento deste trabalho.

## 5. Considerações finais

As simulações permitem a criação de cenários mais próximos da realidade e resultados mais consistentes para as análises. Estes cenários constituem um ambiente seguro e controlado para as experimentações. Desta forma, os simuladores podem ser considerados ferramentas de auxílio à aprendizagem.

Os estudantes tiveram a oportunidade de experimentar, discutir e interagir no domínio da programação pelo uso do simulador interativo de um *kit* de robótica, que representava os comandos e a interface do *kit* físico. Complementando, observou-se um efetivo envolvimento dos estudantes com o simulador, através da definição de comandos para programação do *kit*.

Buscou-se, neste trabalho, utilizar o simulador do *kit* de robótica como potencial ferramenta de apoio na ordenação do pensamento de crianças, nos aspectos relacionados à programação computacional, considerando que a interação foi satisfatória e a maioria das crianças demonstrou facilidade em programar, evocando a memória com agilidade.

Como continuidade do projeto, pretende-se intensificar os estudos sobre neurociência, com o objetivo de adequação ao uso das metodologias computacionais com finalidades educativas. Ambas as áreas da Educação e da Computação serão beneficiadas, uma vez que estas metodologias possibilitarão o desenvolvimento de sistemas computacionais mais adequados ao processo de estruturação do pensamento das pessoas, auxiliando os educadores no direcionamento da coleta de resultados de aprendizagem mais focados no objetivo pretendido.

## Referências Bibliográficas

BALBINOT, Amanda B.; TIMM, Maria Isabel; ZARO, Milton Antônio. Aplicação de jogos e simuladores como instrumentos para educação e segurança no trânsito. Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), V.7, No.1. UFRGS: CINTED. Julho, 2009.

CRUZ, Marcia E. J. K, et al. Desenvolvimento de software para controle de robô através de celular. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. São Carlos – SP, 2010.

CRUZ, M. E. J. K.; LUX, B.; HAETINGER, W.; HORN, F. Formação Prática do Licenciado em Computação para trabalho com Informática Educativa. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE). São Paulo: Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 2007. p. 422-431.

DE JONG, T. (1991). Learning and instruction with computer simulations. Education & Computing, 6 (3-4), 217-229.

FRANCO, Sergio Roberto Kieling. O construtivismo e a educação. 4ª edição, Porto Alegre, Mediação editora, 1995.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

HERCULANO-HOUZEL S; COLLINS CE, WONG P; KAAS, JH. Linear, economical cellular scaling rules apply to primate brains. Proc Natl Acad Sci USA, 2007.

LÉVY, Pierre. Cíbercultura. Rio de Janeiro, 1999.

LOPES, Daniel de Queiroz. Brincando com robôs: desenhando problemas e inventando porquês. 1. ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2010. 115 p.

PEGDEN, C. D.; SHANNON, R.E.; SADOWSKI, R.P. Introduction to simulation using SIMAN. McGraw-Hill: New York. 2 edição. 1990.

PIAGET, Jean. Las estructuras matemáticas y las estructuras operatorias de la inteligencia. In: La enseñanza de las matematicas. Madrid: Aguilar, 1971. Cap.1, p.3 - 28.

PIAGET, Jean. A Representação do Mundo na Criança: com concurso de onze colaboradores. Aparecida, São Paulo: Ideias & Letras, 2005.

SERRANO, Agostinho; ENGEL, Vivian. Uso de simuladores no ensino de física: um estudo da produção gestual de estudantes universitários. Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), V.10, No.1. UFRGS: CINTED. Julho, 2012.

SOUZA, João Arthur de; DANDOLINI, Gertrudes Aparecida. Utilizando simulação computacional como estratégia de ensino: estudo de caso. Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), V.7, No.1. UFRGS: CINTED. Julho, 2009.